



AW

10/523,139





**Compensation method for steering torque disturbances**

**Publication number:** EP1331158  
**Publication date:** 2003-07-30  
**Inventor:** MOULD MIKE (DE); REDLICH PETER (DE)  
**Applicant:** FORD GLOBAL TECH INC (US)  
**Classification:**  
- international: **B62D6/04; B62D6/04; (IPC1-7): B62D6/04**  
- European: B62D6/04  
**Application number:** EP20020100060 20020128  
**Priority number(s):** EP20020100060 20020128

**Also published as:**

 US6856871 (B2)  
 US2003158642 (A1)

**Cited documents:**

 DE10011639  
 DE10044205  
 DE19821163  
 WO9924307

**Report a data error here****Abstract of EP1331158**

The method involves determining the torque distribution exerted on the front wheels by the active differential (3), determining the total torque delivered at the front wheels (1,4), determining a compensation torque from the torque distribution and total torque and applying the compensation torque from the power steering unit (6) to wholly or partly suppress torque disturbances resulting from unequal torque distribution. Independent claims are also included for the following: a motor vehicle with front-or all-wheel drive and a power steering unit.

.....  
Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

AW

P801344/DE/1  
10/523,139



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
30.07.2003 Patentblatt 2003/31

(51) Int Cl.7: **B62D 6/04**

(21) Anmeldenummer: **02100060.9**

(22) Anmeldetag: **28.01.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstrecksstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• Mould, Mike  
51375, Leverkusen (DE)  
• Redlich, Peter  
50733, Köln (DE)

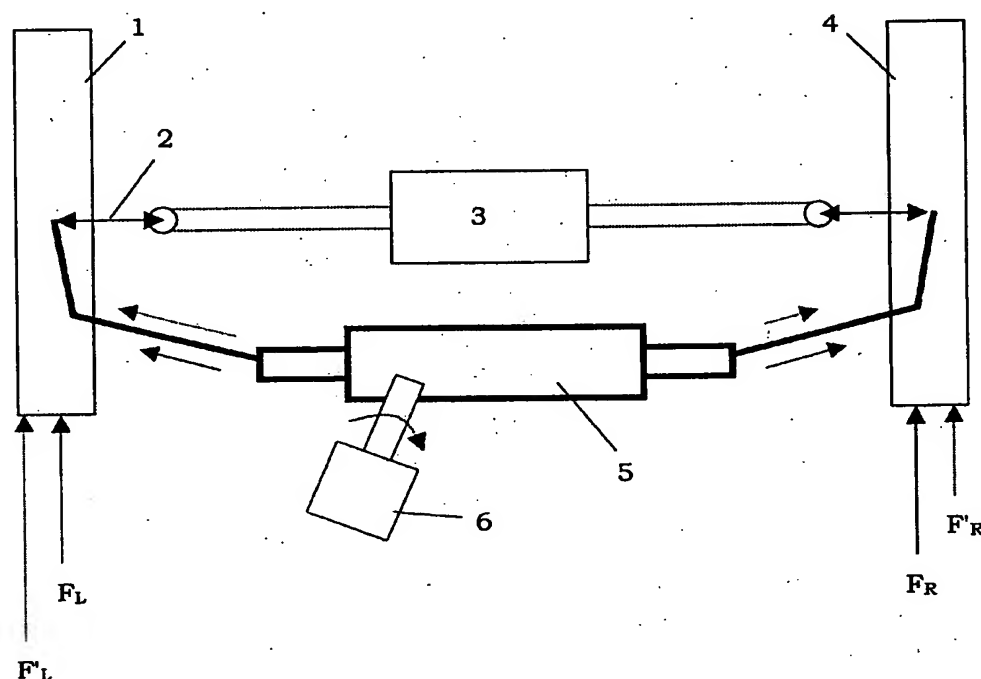
(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, Inc.,  
A subsidiary of Ford Motor Company  
Dearborn, Michigan 48126 (US)**

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten, Dr.-Ing. et al  
Ford-Werke Aktiengesellschaft,  
Patentabteilung NH/DRP,  
Henry-Ford-Strasse 1  
50725 Köln (DE)**

(54) **Verfahren zur Kompensation von Lenkmomentstörungen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation von Lenkmomentstörungen, die durch eine ungleiche Drehmomentverteilung an den Vorderrädern (1, 4) eines Kraftfahrzeugs mit Frontantrieb oder Allradantrieb und aktivem Differential (3) erzeugt wird. Dabei

wird aus der Drehmomentverteilung, dem Gesamtdrehmoment und dem Lenkhebel (2) die Größe der Lenkmomentstörung ermittelt und über eine aktive Lenkunterstützungseinrichtung (6) ein Kompensationsmoment auf das Lenksystem (5) ausgeübt.



**Fig. 1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation von Lenkmomentstörungen in einem Kraftfahrzeug mit Frontantrieb oder Allradantrieb und einem aktiven Differential an den Vorderrädern sowie mit einer aktiven Lenkunterstützungseinrichtung. Ferner betrifft die Erfindung ein zur Durchführung des Verfahrens ausgebildetes Kraftfahrzeug.

[0002] Wenn auf die beiden steuerbaren Vorderräder eines Kraftfahrzeugs unterschiedlich große Drehmomente einwirken, wirken diese über den Lenkhebel auf das Lenksystem zurück und erzeugen dort unerwünschte Lenkmomentstörungen. Bei einem Kraftfahrzeug mit Frontantrieb oder Allradantrieb und einem herkömmlichen Differential im Antriebsstrang sorgt das Differential im Wesentlichen für gleich große Antriebsmomente an beiden Vorderrädern, so daß die genannten Lenkmomentstörungen kein Problem darstellen. Bei Sperrdifferentials kann jedoch gezielt eine ungleiche Verteilung des Antriebsmomentes auf die beiden Vorderräder erfolgen, um zum Beispiel dem Durchdrehen eines Rades auf glattem Untergrund zu begegnen. In diesem Falle kommt es zu den eingangs genannten Lenkmomentstörungen, die sich für den Fahrer unangenehm bemerkbar machen und die Steuerung des Kraftfahrzeugs erschweren.

[0003] In diesem Zusammenhang ist aus der DE 42 27 805 A1 eine Steuerung eines Sperrdifferentials bekannt, bei welcher während einer Kurvenfahrt je nach Lastverteilung zwischen den inneren und äußeren Rädern ein Begrenzungsmoment am Differential ausgeübt wird oder nicht. Weiterhin wird von einer Einrichtung zur aktiven Lenkunterstützung eine Hilfskraft ausgeübt. Die Steuerung erfolgt dabei in verhältnismäßig aufwendiger Weise unter Einsatz mehrerer Beschleunigungssensoren.

[0004] Vor diesem Hintergrund bestand eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren bereitzustellen, welches in einfacher Weise dazu beiträgt, durch die Wirkung eines aktiven Differentials erzeugte Lenkmomentstörungen zu unterdrücken.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 4 gelöst.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren dient der Kompensation von Lenkmomentstörungen in einem Kraftfahrzeug mit Frontantrieb oder Allradantrieb und einem aktiven Differential im Antriebsstrang der Vorderräder sowie mit einer aktiven Lenkunterstützungseinrichtung. Das Verfahren umfaßt die folgenden Schritte:

- Ermittlung der von dem aktiven Differential vorgenommenen Drehmomentverteilung auf die Vorderräder;

- Ermittlung des Gesamtdrehmomentes, welches vom Motor an die angetriebenen Vorderräder abgegeben wird;

- 5 - Ermittlung eines Kompensationsmomentes aus der genannten Drehmomentverteilung und dem genannten Gesamtdrehmoment und Ausübung dieses Kompensationsmomentes durch die Lenkunterstützungseinrichtung, wobei das Kompensationsmoment Störkräfte auf das Lenksystem aufgrund einer ungleichen Drehmomentverteilung ganz oder teilweise kompensiert.

[0008] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es in einfacher Weise möglich, Lenkmomentstörungen zu unterdrücken, die durch die Wirkung eines aktiven Differentials zum Beispiel bei einer Kurvenfahrt oder bei Untergründen mit unter den beiden Vorderrädern verschiedenen Reibungswerten auftreten können. Das Verfahren kommt dabei im einfachsten Falle allein mit den Einrichtungen aus, die ohnehin bereits in einem Kraftfahrzeug mit aktivem Differential und Lenkunterstützungseinrichtung vorhanden sind.

[0009] So wird die vom aktiven Differential vorgenommene Drehmomentverteilung auf die Vorderräder vorzugsweise aus den Ansteuerungssignalen dieses Differentials ermittelt. In diesem Falle ist es nicht erforderlich, weitere Sensoren oder Messeinrichtungen zur Ermittlung der resultierenden Drehmomentverteilung vorzusehen, wodurch sich der Aufwand für die Implementierung des Verfahrens entsprechend verringert. Eine eventuelle geringe Diskrepanz zwischen der realen Drehmomentverteilung und den angesteuerten Sollwerten führt dabei zu keinen nennenswerten Nachteilen.

[0010] In ähnlicher Weise wird das Gesamtdrehmoment vorzugsweise aus den in einer Motorsteuereinheit bereitstehenden Daten (Zielvorgaben und/oder Meßwerten) ermittelt. Auch in diesem Falle kann auf eine aufwendige meßtechnische Erfassung des Gesamtdrehmomentes verzichtet werden.

[0011] Die Erfindung betrifft ferner ein Kraftfahrzeug, enthaltend

- eine Antriebsmaschine, die von einer Motorsteuereinheit kontrolliert wird;
- ein aktives Differential, welches die Antriebsmaschine mit den Vorderrädern verbindet und welches von einer Differential-Steuereinheit kontrolliert wird;
- eine Lenkunterstützungseinrichtung zur Erzeugung eines Lenkhilfsmomentes am Lenksystem der Vorderräder, welche von einer Lenkunterstützungs-Steuereinheit kontrolliert wird.

[0012] Die Lenkunterstützungs-Steuereinheit ist dabei mit der Motorsteuereinheit und der Differential-Steuereinheit gekoppelt und dahingehend ausgebildet, ein

Verfahren der vorstehend erläuterten Art auszuführen. D.h., daß die Lenkunterstützungs-Steuereinheit die vom aktiven Differential ausgeübte Drehmomentverteilung auf die Vorderräder sowie das von der Brennkraftmaschine abgegebene Gesamtdrehmoment erfaßt und hieraus ein Kompensationsmoment ermittelt, welches anschließend über die Lenkunterstützungseinrichtung auf das Lenksystem ausgeübt wird. Von einer ungleichen Drehmomentverteilung an den Vorderrädern ausgehende Störeinflüsse auf die Lenkung können auf diese Weise kompensiert werden.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch die Kräfteverhältnisse an der Vorderachse in einem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug; und

Fig. 2 ein Schema zur Bestimmung des Kompensationsmomentes für das Lenksystem.

[0014] In Figur 1 ist in einer Aufsicht schematisch eine angetriebene Vorderachse eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die angetriebene Vorderachse umfaßt das linke Vorderrad 1 und das rechte Vorderrad 4, welche über ein aktives Frontdifferential 3 von einer Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) angetrieben werden. Die Vorderräder 1 und 4 sind ferner über ein Lenksystem 5 steuerbar, wobei in der Figur die Geradeausstellung dargestellt ist. Auf das Lenksystem 5 wirkt ein Elektromotor 6 zur elektrisch angetriebenen Lenkunterstützung.

[0015] Bei einer normalen Geradeausfahrt beziehungsweise einem ungesperrten oder nicht aktivierten Differential wirken auf das rechte und linke Vorderrad 1, 4 jeweils gleich große Kräfte  $F_L$ ,  $F_R$ . In diesem Falle wird kein störendes Drehmoment auf das Lenksystem 5 ausgeübt.

[0016] Wenn jedoch das Differential 3 gesperrt ist beziehungsweise zur Aufbringung einer ungleichen Drehmomentverteilung auf das rechte und linke Vorderrad 1, 4 aktiviert ist, kann sich zum Beispiel bei einer Kurvenfahrt oder bei Untergründen unterschiedlicher Reibung unter den beiden Vorderrädern 1, 4 ein Unterschied zwischen der Kraft  $F_L$  auf das linke beziehungsweise  $F_R$  auf das rechte Vorderrad 1, 4 ergeben. Diese unterschiedlich großen Kräfte führen dann über den Lenkhebel 2 zu einem entsprechenden Störmoment im Lenksystem 5.

[0017] Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, derartige Lenkmomentstörungen in einfacher Weise ganz oder zumindest teilweise zu kompensieren. Gemäß dem Steuerungsschema aus Figur 2 wird zu diesem Zweck aus der Motorsteuereinheit 10 das Gesamtdrehmoment  $T_{ges}$  sowie aus der Steuereinheit 11 des aktiven Frontdifferentials 3 die Drehmomentverteilung  $t_{LR}$  zwischen rechtem und linkem Vorderrad 1, 4 ausgelesen und der Steuereinheit 12 für die Lenkunterstützungseinrichtung 6 zugeführt. Unter Verwendung der

beiden genannten Größen  $T_{ges}$  und  $t_{LR}$  kann die Lenkunterstützungs-Steuereinheit 12 bei bekannter Größe des Lenkhebels 2 der Vorderradaufhängung ein Kompensationsmoment  $\Delta\tau$  errechnen, welches die durch das aktive Differential 3 verursachte Lenkmomentstörung ganz oder teilweise kompensiert. Die Lenkunterstützungs-Steuereinheit 12 verwendet dann dieses berechnete Kompensationsmoment  $\Delta\tau$  zur Ansteuerung der Lenkunterstützungseinrichtung 6, welche ein entsprechendes kompensierendes Lenkhilfsmoment ausübt. Auf diese Weise können die vom Fahrer wahrgenommenen Lenkmomentstörungen minimiert werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation von Lenkmomentstörungen in einem Kraftfahrzeug mit Frontantrieb oder Allradantrieb und einem aktiven Differential (3) im Antriebsstrang der Vorderräder (1, 4) sowie mit einer aktiven Lenkunterstützungseinrichtung (6), wobei

**dadurch gekennzeichnet, daß**

- a) die vom aktiven Differential ausgeübte Drehmomentverteilung ( $t_{LR}$ ) auf die Vorderräder ermittelt wird;
- b) das Gesamtdrehmoment ( $T_{ges}$ ) ermittelt wird, das an die Vorderräder (1, 4) abgegeben wird;
- c) aus der Drehmomentverteilung ( $t_{LR}$ ) und dem Gesamtdrehmoment ( $T_{ges}$ ) ein Kompensationsmoment ( $\Delta\tau$ ) ermittelt und von der Lenkunterstützungseinrichtung auf das Lenksystem (5) ausgeübt wird, welches Störkräfte aufgrund einer ungleichen Drehmomentverteilung ganz oder teilweise kompensiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vom aktiven Differential (3) ausgeübte Drehmomentverteilung ( $t_{LR}$ ) auf die Vorderräder (1, 4) aus der Ansteuerung des Differentials ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gesamtdrehmoment ( $T_{ges}$ ) aus den Daten einer Motorsteuereinheit (10) ermittelt wird.

4. Kraftfahrzeug mit Frontantrieb oder Allradantrieb, enthaltend

- a) eine Brennkraftmaschine, die von einer Motorsteuereinheit (10) kontrolliert wird;

b) ein aktives Differential (3), welches die Brennkraftmaschine mit den Vorderrädern (1, 4) verbindet und welches von einer Differential-Steuerereinheit (11) kontrolliert wird;

c) eine Lenkunterstützungseinheit (6) zur Erzeugung eines Lenkhilfsmomentes am Lenksystem (5) der Vorderräder (1, 4), welche von einer Lenkunterstützungs-Steuerereinheit (12) kontrolliert wird, wobei die Lenkunterstützungs-Steuerereinheit mit der Motorsteuereinheit und der Differential-Steuerereinheit gekoppelt und dahingehend ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 auszuführen.

5

10

15

20

25

30

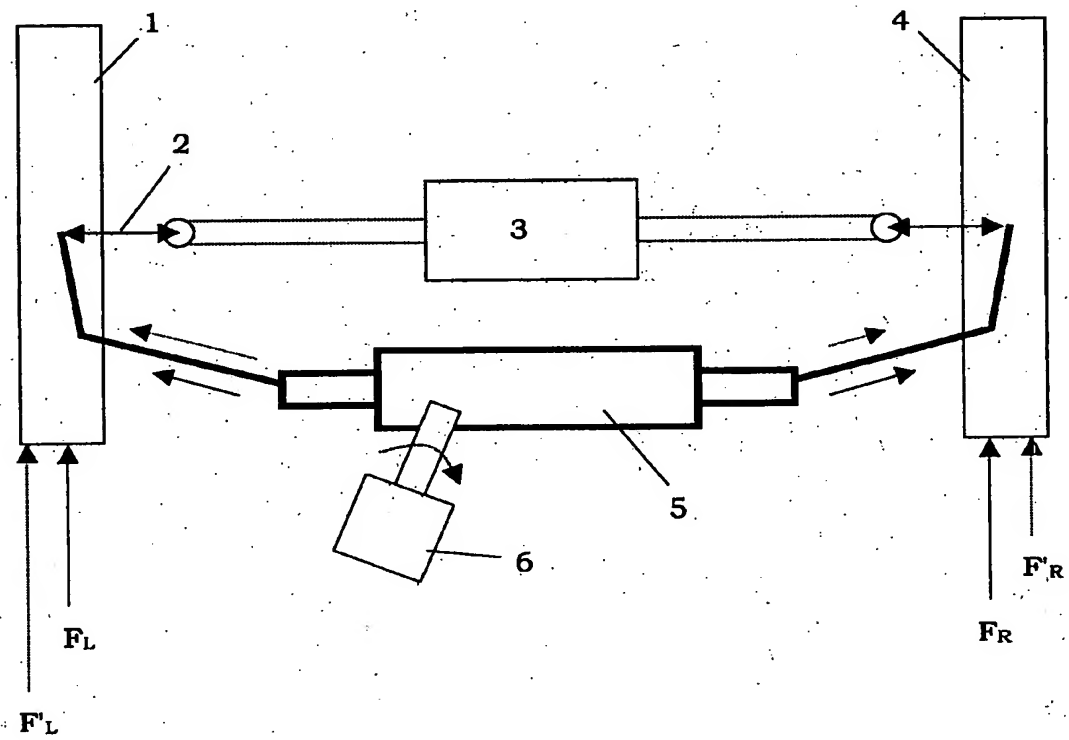
35

40

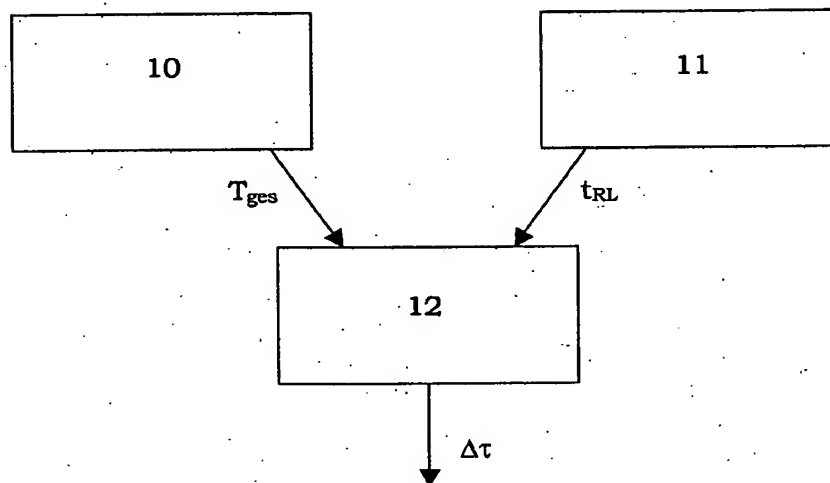
45

50

55



**Fig. 1**



**Fig. 2**



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 10 0060

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 100 11 639 A (HONDA MOTOR CO LTD) 21. September 2000 (2000-09-21) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-3,5; Abbildungen 1-5,10,11 * * Seite 2, Zeile 26 - Seite 2, Zeile 44 * * Seite 2, Zeile 55 - Seite 2, Zeile 66 * * Seite 3, Zeile 39 - Seite 3, Zeile 58 * * Seite 4, Zeile 19 - Seite 4, Zeile 26 * * Seite 4, Zeile 57 - Seite 5, Zeile 48 * * Seite 6, Zeile 40 - Seite 6, Zeile 59 *	1-4	B62D6/04
X A	DE 100 44 205 A (HONDA MOTOR CO LTD) 3. Mai 2001 (2001-05-03) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 1,3-7,10-12 * * Seite 2, Zeile 62 - Seite 3, Zeile 8 * * Seite 4, Zeile 21 - Seite 4, Zeile 25 * * Seite 4, Zeile 62 - Seite 5, Zeile 16 * * Seite 6, Zeile 20 - Seite 7, Zeile 8 *	1,2 3,4	
A	DE 198 21 163 A (VOLKSWAGENWERK AG) 18. November 1999 (1999-11-18) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-4,6,9; Abbildung 1 *	4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B62D B60K
A	WO 99 24307 A (KOYO SEIKO CO ;MAEDA NAOKI (JP); SEGAWA MASAYA (JP); NAKANO SHIRO) 20. Mai 1999 (1999-05-20) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1,3,4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28. Juni 2002	Prüfer Balázs, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 10 0060

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-06-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10011639 A	21-09-2000	JP 2000255441 A	19-09-2000
		JP 2000264230 A	26-09-2000
		DE 10011639 A1	21-09-2000
DE 10044205 A	03-05-2001	JP 2001071920 A	21-03-2001
		DE 10044205 A1	03-05-2001
		US 6295496 B1	25-09-2001
DE 19821163 A	18-11-1999	DE 19821163 A1	18-11-1999
		WO 9958358 A1	18-11-1999
		EP 1077826 A1	28-02-2001
WO 9924307 A	20-05-1999	JP 11139338 A	25-05-1999
		EP 1031493 A1	30-08-2000
		WO 9924307 A1	20-05-1999
		US 6349789 B1	26-02-2002

EPO FORM P441

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82